

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CAROLINE DE MORAES DE SIQUEIRA

**O ESTUDO DA BIOLOGIA MOLECULAR NO ENSINO MÉDIO:
PRODUÇÕES DE PROFESSORES PDE/PR**

CURITIBA

2017

CAROLINE DE MORAES DE SIQUEIRA

**O ESTUDO DA BIOLOGIA MOLECULAR NO ENSINO MÉDIO:
PRODUÇÕES DE PROFESSORES PDE/PR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de licenciada em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof^a Dr^a Araci Asinelli da Luz

CURITIBA

2017

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por ser meu porto seguro em meio às tribulações.

Agradeço a minha mãe Ana, por me apoiar em todos os meus caminhos.

A minha irmã Ana Paula, por toda ajuda, em especial neste trabalho.

Ao meu pai *in memorian*, pois sei que deve estar feliz pelas minhas conquistas.

Ao meu namorado Elisson, por todo apoio e carinho e por acreditar sempre em mim.

A professora Araci Asinelli da Luz pela orientação e apoio.

Ninguém ignora tudo. Ninguém sabe tudo. Todos
nós sabemos alguma coisa. Todos nós ignoramos
alguma coisa. Por isso aprendemos sempre.
Paulo Freire

Siqueira, Caroline de Moraes de. **O estudo da biologia molecular no ensino médio: produções de professores PDE/PR**. Trabalho de término de Curso. Licenciatura em Ciências Biológicas. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar como é o estudo da biologia molecular no ensino médio, uma vez que conteúdos como, estrutura e duplicação do DNA, transcrição e tradução e manipulação genética são componentes dos parâmetros curriculares nacionais para a disciplina de biologia. Para tanto, foram analisados artigos feitos por professores do estado do Paraná, como conclusão do Programa de Desenvolvimento Educacional (PDE), um programa de formação continuada, que visa o retorno do professor de escola pública estadual, à universidade para o desenvolvimento de uma proposta pedagógica para sua escola de origem. O tema de estudo do professor PDE reflete seu interesse e também sua dificuldade em trabalhar determinado assunto. Os trabalhos foram selecionados utilizando uma ferramenta de busca, e, então sistematizados e submetidos a análise de conteúdo, com auxílio do software Iramuteq. Os resultados obtidos indicam que os professores têm se preocupado mais em se atualizar em assuntos relacionados a biotecnologia, sendo transgênicos e manipulação genética os assuntos mais frequentes no campo da biologia molecular. Também sugerem que, estes professores buscam por aulas mais dinâmicas, que despertem o interesse do aluno e promovam melhor entendimento a respeito destes temas, favorecendo a aprendizagem significativa, pois na análise apareceram muitas palavras relacionadas ao aspecto lúdico, como jogos, recurso didático e analogia. O livro didático público do ensino médio também foi analisado, uma vez que se encaixava na proposta deste trabalho de analisar o ensino da biologia molecular sob a ótica das experiências dos professores. Este livro foi desenvolvido no Projeto Folhas, outro programa de formação continuada anterior ao PDE. Ao final do projeto todas as produções foram reunidas em uma coleção de livros didáticos, separados por disciplinas e distribuído aos alunos da rede pública. Desta forma, constatou-se que os conteúdos de biologia molecular estavam presentes no livro didático público do ensino médio de biologia também foram analisados, onde constatou-se que os conteúdos estavam presentes, mas algumas vezes de forma superficial. O livro é um recurso facilitador da aprendizagem e instrumento de apoio a prática pedagógica, uma vez que possui diversas atividades de baixo custo, muitos debates sobre temas relevantes que favorecem a formação de opinião por parte do aluno e também indica diversas atividades complementares, como sugestão de leitura e filmes. A partir dos resultados ressalta-se a necessidade de novos estudos acerca do tema e a importância da formação continuada para atualização do professor.

Palavras-chave: Biologia molecular; Biotecnologia; Ensino Médio; PDE; Livro Didático Público do Ensino Médio; Formação Continuada de Professores; Prática Pedagógica.

Siqueira, Caroline De Moraes De. **O Estudo Da Biologia Molecular No Ensino Médio: Produções De Professores PDE/PR**. Trabalho De Término De Curso. Licenciatura Em Ciências Biológicas. Universidade Federal Do Paraná. Curitiba, 2017.

ABSTRACT

The objective of this work was to analyze how the study of molecular biology in high school, since contents such as DNA structure and duplication, transcription and translation and genetic manipulation are components of the national curricular parameters for the discipline of biology. In order to do so, we analyzed articles made by teachers from the state of Paraná, as a conclusion of the Educational Development Program (PDE), a continuing education program that aims to return the teacher of a state public school to the university for the development of a proposal their school of origin. The subject of study of the teacher PDE reflects his interest and also his difficulty in working certain subject. The works were selected using a search tool, and then systematized and submitted to content analysis, with the help of Iramuteq software. The results indicate that teachers have been more concerned with updating on subjects related to biotechnology, being transgenic and genetic manipulation the most frequent subjects in the field of molecular biology. They also suggest that these teachers seek more dynamic classes that arouse the student's interest and promote a better understanding of these themes, favoring meaningful learning, since in the analysis appeared many words related to the play aspect such as games, didactic resource and analogy . The public high school textbook was also analyzed, since it fit the proposal of this work to analyze the teaching of molecular biology from the perspective of the teachers' experiences. This book was developed in Project Folhas, another continuing training program prior to the PDE. At the end of the project all the productions were gathered in a collection of textbooks, separated by disciplines and distributed to the students of the public network. Thus, it was found that the contents of molecular biology were present in the public textbook of high school biology were also analyzed, where it was found that the contents were present, but sometimes superficially. The book is a facilitator of learning and an instrument to support pedagogical practice, since it has several low cost activities, many debates on relevant topics that favor the formation of opinion on the part of the student and also indicates several complementary activities, as a suggestion reading and movies. From the results it is emphasized the necessity of new studies about the subject and the importance of the continuous formation to update the teacher.

Key words: Molecular Biology; Biotechnology; high school; PDE; Public High School Book; Continuing Teacher Training; Pedagogical Practice.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

GRAFICO 1- Tipos de publicação dos trabalhos encontrados na revisão sistemática	19
QUADRO 1 - Trabalhos encontrados na revisão sistemática.....	25
GRAFICO 2 - Análise comparativa entre a quantidade de trabalhos de Ciências e Biologia e Biologia molecular, por ano	29
GRÁFICO 3 - Relação de artigos sobre biologia molecular nas disciplinas de ciências e biologia	30
GRÁFICO 4 - Instituições de Ensino superior do Paraná que atendem o PDE	30
FIGURA 1 - Dendograma	32
FIGURA 2 - Análise de Similitude	34
FIGURA 3 - Nuvem de Palavras	35
FIGURA 4 - Exemplo do uso de bactérias na Engenharia Genética	38
FIGURA 5 - Clonagem animal. Exemplos de atividades e debates	40

LISTA DE SIGLAS

DNA – Ácido Desoxirribonucleico
GTR – Grupos de Trabalho em Rede
IES – Instituição de Ensino Superior
IFAM – Instituto Federal do Amazonas
IFG – Universidade Federal de Goiás
PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais
PDE – Programa de Desenvolvimento Educacional
RNA – Ácido ribonucleico
SEED – Secretaria de Estado de Educação
UCAM – Universidade Candido Mendes
UEG – Universidade Estadual de Goiás
UEL – Universidade Estadual de Londrina
UEM – Universidade Estadual de Maringá
UENF – Universidade Estadual do Norte Fluminense
UENP – Universidade Estadual do Norte de Paraná
UEPG – Universidade Estadual de Ponta Grossa
UERJ – Universidade Estadual do Rio de Janeiro
UFAM – Universidade Federal do Amazonas
UFBA – Universidade Federal da Bahia
UFLA – Universidade Federal de Lavras
UFPI – Universidade Federal do Piauí
UFPR – Universidade Federal do Paraná
UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina
UFSM – Universidade Federal de Santa Maria
UFV – Universidade Federal de Viçosa
UNB – Universidade De Brasília
UNESPAR – Universidade Estadual do Paraná
UNICENTRO – Universidade Estadual do Centro-Oeste
UNIFAL – Universidade Federal de Alfenas
UNIOESTE – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
UNIVATES – Universidade do Vale do Taquari
USP – Universidade de São Paulo
UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
1.1	A BIOLOGIA MOLECULAR COMO CONTEÚDO DO ENSINO MÉDIO	10
1.2	PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL – PDE/PR	11
1.3	LIVRO DIDÁTICO PÚBLICO DO ENSINO MÉDIO.....	13
2	MÉTODO	15
2.1	DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	15
2.2	COLETA DE DADOS	15
2.3	ANÁLISE DOS DADOS	16
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
3.1	BIOLOGIA MOLECULAR.....	17
3.2	REVISÃO SISTEMÁTICA	18
4	RESULTADOS	28
4.1	ARTIGOS DO PDE/PR	28
4.1.1	Sistematização	28
4.1.2	Análise textual dos artigos	30
4.2	LIVRO DIDÁTICO PÚBLICO DO ENSINO MÉDIO.....	36
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
	REFERÊNCIAS.....	44

1 INTRODUÇÃO

1.1 A BIOLOGIA MOLECULAR COMO CONTEÚDO DO ENSINO MÉDIO

Segundo as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2006), há seis temas estruturadores para o estudo da biologia no ensino médio, são eles: Interações entre os seres vivos; Qualidade de vida das populações humanas; Identidade dos seres vivos; Diversidade da vida; Transmissão da vida, ética e manipulação gênica; e Origem e evolução da vida.

Dentre estes conteúdos estruturadores podemos encontrar a biologia molecular em pelo menos três, sendo então, um tema recorrente no estudo da biologia durante a educação básica. Nos conteúdos estruturadores Identidade dos seres vivos, os alunos devem aprender sobre a estrutura do DNA, código genético, duplicação do DNA, síntese de proteínas, entre outros. Ainda nestes conteúdos estruturadores, as tecnologias de manipulação do DNA devem ser estudadas, permitindo que o aluno conheça as tecnologias utilizadas na manipulação do DNA, como clonagem molecular, enzimas de restrição e deve identificar produtos originados de manipulação genética. Já em Diversidade da vida, devem aprender sobre mutações no DNA, sendo estas a fonte primária da diversidade genética e, também, sobre as contribuições da biologia molecular para os estudos filogenéticos. Outro tema no qual encontramos temas relacionados à biologia molecular é Transmissão da vida, ética e manipulação gênica, onde devem ser discutidos temas como as aplicações da engenharia genética, importância dos testes de paternidade e detecção de doenças, além da terapia gênica. Além disso, estes assuntos devem ser discutidos de forma crítica, levantando os aspectos éticos, benefícios e malefícios de tais tecnologias (BRASIL, 2006).

Sabe-se que atualmente muito tem se falado sobre essa área, e assuntos como clonagem, terapia gênica e transgênicos, por exemplo, são assuntos recorrentes na mídia. Porém, para o entendimento e discussão destes assuntos é necessário conhecimento, conforme os PCN+, a construção desses é uma das finalidades do estudo da biologia molecular no âmbito escolar (BRASIL, 2006).

As orientações curriculares para o ensino médio visam também auxiliar o aluno a compreender que os processos biológicos estão sujeitos a erro, bem como as vantagens e desvantagens de cada processo, por exemplo, de manipulação gênica.

Este trabalho tem como questões norteadoras: **como os professores de Biologia que atuam no ensino médio em escolas públicas da rede estadual ensinam a biologia molecular? Como lidam com os dilemas éticos em sua prática pedagógica? Que recursos didáticos estão disponíveis para o ensino da biologia molecular? Como os temas de biologia molecular são apresentados nos livros didáticos disponíveis para o ensino médio?**

Para responder a essas questões estabeleceu-se como objetivo geral do estudo **analisar** o ensino dos temas relacionados à biologia molecular no ensino médio, da rede estadual de educação do Paraná. Como objetivos específicos propõe-se **identificar** as produções de professores do PDE/PR na área de biologia molecular; **sistematizar** as produções de professores PDE/PR, ao longo de 10 anos do programa PDE; **verificar** como os conteúdos de biologia molecular e áreas afins se relacionam nas propostas dos professores PDE; **verificar** como os temas de biologia molecular se fazem presentes no livro didático público de Biologia produzido no estado do Paraná, gestão 2003-2010.

A biologia molecular responde, enquanto conhecimento, a aspectos básicos da vida e, sua compreensão auxilia nos processos de escolha e manutenção da qualidade de vida, da prevenção de doenças, de tomada de decisão frente a políticas que envolvam temas de bioética. Portanto, dar ênfase e qualidade na abordagem da biologia molecular no ensino médio qualifica a educação pública e exige investimentos na formação inicial e continuada de professores. Assim, pesquisar estudos nessa área justificam a escolha do tema para o presente trabalho de conclusão de curso. Alguns estudos tem identificado fragilidade no ensino da biologia molecular, a partir de concepções de professores e alunos (BEZERRA; GOULART, 2013). Portanto, é interessante conhecer as estratégias que vêm sendo utilizadas e como a biologia molecular tem sido abordada com sucesso no âmbito escolar, pelas experiências dos próprios professores.

1.2 PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL – PDE/PR

O Programa de Desenvolvimento Educacional (PDE/PR) é um programa de formação continuada oferecido a professores da rede pública estadual, como promoção do professor para o nível III da carreira, ao atender o previsto no "Plano de carreira do magistério estadual", Lei complementar nº 103, de 15 de março de 2004. (PARANÁ, 2004). Este programa foi criado durante a elaboração do Plano de

Carreira do Magistério – Lei Complementar nº 103/2004 e implementado pelo Decreto n. 4.482/2005. (PARANÁ, 2005), sendo que em 2010 se consolidou como política pública no estado do Paraná pela Lei n. 130, de 14 de julho de 2010, embora modificado na atual gestão do governo do Estado do Paraná, não tendo sido efetivado no presente ano (2017).

Ao iniciar o programa, o professor deve propor um Projeto de Intervenção Pedagógica na escola, que deve estar inserido em uma das linhas de estudo propostas pela Secretaria de Estado da Educação (SEED) e relacionada à sua área de concurso ou atuação no magistério público do Estado, com base nas Diretrizes Curriculares Orientadoras da Educação Básica para a Rede Estadual de Ensino, direcionado pelo Professor-Orientador da Instituição de ensino superior (IES), pois este projeto será direcionado, posteriormente à escola.

Desde o início do programa mais de 15.000 professores já ingressaram no PDE, até 2016. A tabela 1 relaciona o número de vagas destinadas ao PDE por ano em cada uma das 17 disciplinas ofertadas, que são: Arte; Biologia; Ciências; Educação Especial; Educação Física; Ed. Profissional e Formação de Docentes; Filosofia; Física; Geografia; Gestão Escolar; História; Língua Estrangeira Moderna; Língua Portuguesa; Matemática; Pedagogia; Química; Sociologia (SIQUEIRA, 2017)

Nº	Disciplina/área	Vagas disponibilizadas								Total
		2007	2008	2009	2010	2011/ 2012 ⁴⁰	2013	2014	2015/ 2016 ⁴¹	
1	Arte	40	30	50	50	59	59	70	72	430
2	Biologia	30	20	59	60	57	57	50	48	381
3	Ciências	80	90	193	190	171	171	140	123	1158
4	Ed. Profissional e Formação de Docentes	20	20	23	25	35	35	40	61	259
5	Educação Especial	50	50	95	95	56	75	100	161	682
6	Educação Física	90	100	230	230	154	154	140	151	1249
7	Filosofia	10	10	6	10	8	8	8	18	78
8	Física	30	30	21	25	33	33	41	35	248
9	Geografia	80	80	171	170	139	139	140	151	1070
10	Gestão Escolar	50	50	105	95	75	75	120	120	690
11	História	110	110	212	215	180	180	170	169	1346
12	Língua Portuguesa	200	210	447	420	354	346	320	251	2548
13	Língua Estrangeira Moderna	80	70	100	110	146	146	150	130	932
14	Matemática	160	150	277	275	298	294	290	242	1986
15	Pedagogia	130	140	373	385	192	185	170	218	1793
16	Química	30	20	38	35	40	40	46	44	293
17	Sociologia	10	10	1	10	3	3	5	6	48
	Total	1200	1190	2401	2400	2000	2000	2000	2000	15191

TABELA 1- Número de vagas ofertadas para o PDE por ano em cada disciplina

FONTE: Siqueira (2017)

Percebe-se que a Disciplina de Biologia, entre 17 áreas de oferta, ocupa o 12º lugar em número total de vagas ofertadas desde 2007, abaixo, inclusive, da

disciplina de Ciências Naturais, abrangendo um total de 381 professores que atuam no ensino médio, nesse período de dez anos de PDE.

O PDE possui dois anos de duração, sendo que no primeiro ano o professor PDE fica totalmente afastado de suas atividades e no segundo ano o afastamento é de apenas 25%. Durante esta formação o professor participa de encontros presenciais e à distancia, eventos e seminários na instituição de ensino superior e também participa de grupos de trabalho em rede (GTR). O GTR é caracterizado pela interação entre o professor PDE e os demais professores da rede pública estadual e visa, entre outros objetivos, contribuir para o aperfeiçoamento dos professores da rede, mediante estudo das proposições dos professores PDE.

Ao fim do programa, o professor deve redigir um artigo científico sobre sua produção didático pedagógica que, segundo o documento síntese do PDE, se constitui na elaboração de um material didático, enquanto estratégia metodológica, que sirva aos propósitos de seu Projeto de Intervenção Pedagógica na Escola.

Sendo assim, este material se constitui como uma excelente ferramenta para entender como os conteúdos acerca da biologia molecular são tratados no âmbito escolar. Portanto, este trabalho propõe a análise das produções referentes à biologia molecular, nas linhas de estudo de ciências e biologia durante sete anos do programa PDE (2007, 2008, 2009, 2010, 2012, 2013 e 2014), com o objetivo de identificar aspectos que possam contribuir para a identificação de como este conteúdo é, de fato, tratado no ensino médio e correlacionar com o livro didático público do ensino médio.

1.3 LIVRO DIDÁTICO PÚBLICO DO ENSINO MÉDIO

O livro didático público do ensino médio do estado do Paraná foi originado como um desmembramento do Projeto Folhas, projeto de formação continuada para professores da rede estadual. Este projeto foi criado durante a gestão 2003-2006, do então governador Roberto Requião e se estendeu até 2010, em seu ultimo mandato. O Projeto Folhas tinha como objetivo a formação continuada de professores, bem como a produção didática colaborativa, o que colocava o professor como produtor de conhecimento (DARCIE, 2012).

Durante a produção, o material ficava disponível online, para análise e sugestões, por outros professores, para validação e melhorias, que poderiam ser incorporadas no material final. Após esta etapa, o material seguia para os núcleos

regionais, onde também poderiam ser dadas sugestões de melhorias, só então seguia para avaliação final pela Secretaria de Estado da Educação, onde poderia ser aprovado e publicado.

Alguns dos Folhas produzidos, especificamente para o ensino médio, passaram a compor o Livro Didático Público e, nesse caso, os professores autores ficaram afastados por seis meses para qualificassem e finalizassem suas produções. Assim se originou o livro público do ensino médio, uma coletânea de folhas produzidas pelos próprios professores, que foi distribuído para todos os alunos do ensino médio da rede estadual, na época. Uma vez baseado em suas próprias percepções (dos professores atuantes nas escolas públicas no Estado do Paraná), o livro público do ensino médio se torna um material interessante para análise.

2 MÉTODO

2.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

O estudo é de abordagem teórica, qualitativa, exploratória e documental. Portanto uma pesquisa de âmbito apenas teórico, sem contato direto com os participantes, cuja análise se dá apenas pelos documentos, como as produções PDE e o livro didático público do ensino médio. Bogdan e Biklen (1994) trazem os documentos como bons indicadores das estratégias do sistema escolar, e a facilidade da coleta destes documentos torna o estudo bastante interessante.

O caráter exploratório busca encontrar todos os aspectos possíveis nos documentos, uma vez que este tipo de trabalho é escasso. Um estudo qualitativo pretende analisar os dados em toda sua riqueza, tentando descrever e entender determinada situação ou visão de mundo, sempre em busca de um significado (BOGDAN; BIKLEN, 1994), e é o que o presente estudo pretende fazer analisando os documentos propostos.

2.2 COLETA DE DADOS

Esta pesquisa foi estruturada com base em buscas no portal dia-a-dia educação, da Secretaria da Educação do Estado do Paraná (<http://www.diaadia.pr.gov.br/>). Neste portal são depositados os artigos e produções didáticas dos professores, realizadas como requisito para conclusão do programa PDE, entre os anos de 2007 a 2014, sendo que não há dados referentes a 2011¹. Os trabalhos posteriores a 2014 ainda não foram depositados no portal, pois ainda estão em fase de conclusão, uma vez que esta turma sofreu atraso no programa. Os trabalhos serão filtrados buscando biologia molecular como palavra-chave. Um segundo filtro será criado a fim de manter apenas os trabalhos referentes às disciplinas de ciências e biologia, e ainda os títulos e resumos serão analisados afim de avaliar os trabalhos que estão dentro do tema de estudo.

Para o levantamento de dados, as informações foram sistematizadas em diversos aspectos como: tipo de produção (didática ou artigo), instituição de ensino

¹ Em 2011 Carlos Alberto Richa assume o governo do Paraná e tenta extinguir o programa PDE, porem este se consolidou como política pública de estado, pela lei Lei 130/2010 (SIQUEIRA, 2017). Dessa forma a turma teve o ingresso adiado, o que acarretou em ausência de artigos neste ano.

superior, quantidade de trabalhos encontrados por ano, palavras-chave, entre outros.

O livro didático público do ensino médio, também, está disponível no site *dia-a-dia educação* em versão pdf. Será feita uma busca no livro de biologia por temas relacionados à biologia molecular.

2.3 ANÁLISE DOS DADOS

Para apreciação dos trabalhos, foram lidos e avaliados os resumos, utilizando a análise textual. Também nos apoiamos nas obras de Minayo (2012) para análise. Vale ressaltar que na ausência de resumo ou inadequação do mesmo, os trabalhos serão lidos integralmente para análise. Os resumos foram analisados com o auxílio do software Iramuteq². Os conteúdos referentes à biologia molecular, encontrados no livro didático público do ensino médio foram lidos integralmente e, analisados da mesma forma que os trabalhos provenientes do PDE/PR.

² Iramuteq é um software livre, que permite análise estatística de corpos de texto e tabelas indivíduos/personagens, reproduzindo o método de classificação descrito por Reinert (1983, 1991) (classificação hierárquica descendente em uma tabela que atravessa formas sólidas e segmentos de texto). Disponível em : <http://www.iramuteq.org/>

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 BIOLOGIA MOLECULAR

A biologia molecular é o ramo da biologia que se preocupa em estudar as funções e processos celulares a nível molecular, ou seja, investigando processos como a regulação da expressão gênica, transcrição e replicação do DNA, tradução do RNA mensageiro, além do funcionamento e estrutura de proteínas e enzimas, sendo, portanto, muito relacionada à biologia celular, genética e bioquímica.

A biologia molecular se consolidou como ciência a partir da elucidação da molécula de DNA em 1953, pelos cientistas James Watson e Francis Crick com as imagens obtidas por difração de raios X de Rosalind Franklin. Porém muito antes deste acontecimento, a hereditariedade já vinha sendo estudada por Gregor Mendel em 1865, quando publicou suas descobertas. Entretanto, seu trabalho ficou sem reconhecimento científico até 1900 quando foi redescoberto. A partir de então, muitos estudos foram realizados a fim de entender os princípios da hereditariedade e as moléculas envolvidas. Em 1926, Thomas Hunt Morgan e colaboradores realizaram diversos estudos a fim de estabelecer as relações entre genes, cromossomos e hereditariedade. Um de seus alunos, Hermann J. Muller, estabeleceu que o gene é a base da vida. A partir de então muitos outros cientistas se empenharam no estudo (TABERY; PIOTROWSKA; DARDEN, 2017).

A descoberta da estrutura tridimensional do DNA deu origem ao período clássico da biologia molecular, com a proposta do dogma central³ em 1958, do código genético e da replicação semiconservativa do DNA, nos anos seguintes. A era genômica, após 1970, trouxe diversos avanços no sequenciamento de DNA e o sequenciamento de genomas começou a ser possível, culminando no projeto genoma humano em 1990, finalizado nos anos 2000 (TABERY; PIOTROWSKA; DARDEN, 2017).

Atualmente, as técnicas de biologia molecular vêm sendo empregadas tanto na pesquisa básica, quanto no desenvolvimento de insumos e produtos de caráter biotecnológico. A biologia molecular é uma ciência em expansão, cujo desenvolvimento tem sido muito rápido nos últimos anos. O consumo de alimentos transgênicos, clonagem gênica, animal e vegetal, assim como a edição de DNA já

³ O dogma central da biologia molecular se refere ao processo de duplicação do DNA, sua transcrição em RNA e a tradução do RNA mensageiro em proteína.

são realidade. Todos estes avanços são assuntos recorrentes nos meios de comunicação, desta forma é necessário que haja divulgação e alfabetização científica na área da biologia molecular.

3.2 REVISÃO SISTEMÁTICA

Dentre os métodos de revisão de literatura, a revisão sistemática se destaca por dar a capacidade de avaliar o conhecimento e relevância das produções científicas em determinada área de estudo. Por esta razão este foi o método escolhido para saber se o tema de estudo tem interesse científico.

Para tanto foi selecionada a base de dados da Universidade Federal do Paraná, disponível no site <http://www.portal.ufpr.br/> . Este banco de dados reúne teses, dissertações, artigos, entre outros documentos de várias bases de dados.

A busca foi realizada utilizando as palavras-chave “Biologia Molecular e Ensino Médio”, selecionando apenas os trabalhos dos anos entre 2007 e 2017, pois este é o período de tempo em que os trabalhos do PDE também estão disponíveis. Foram excluídos os trabalhos estrangeiros, uma vez que se deseja avaliar o estado da arte no Brasil. E foram excluídos documentos do tipo imagens e vídeos.

Ao todo retornaram 426 documentos, porém nem todos eram relevantes para a análise, portanto, foram lidos os títulos e resumos a fim de filtrar apenas os trabalhos estritamente relacionados ao tema desse estudo. Desta forma, ao final dos critérios de inclusão e exclusão, restaram 28 trabalhos. A maioria deles está publicada na forma de periódico científico, como pode ser visto no gráfico 1.

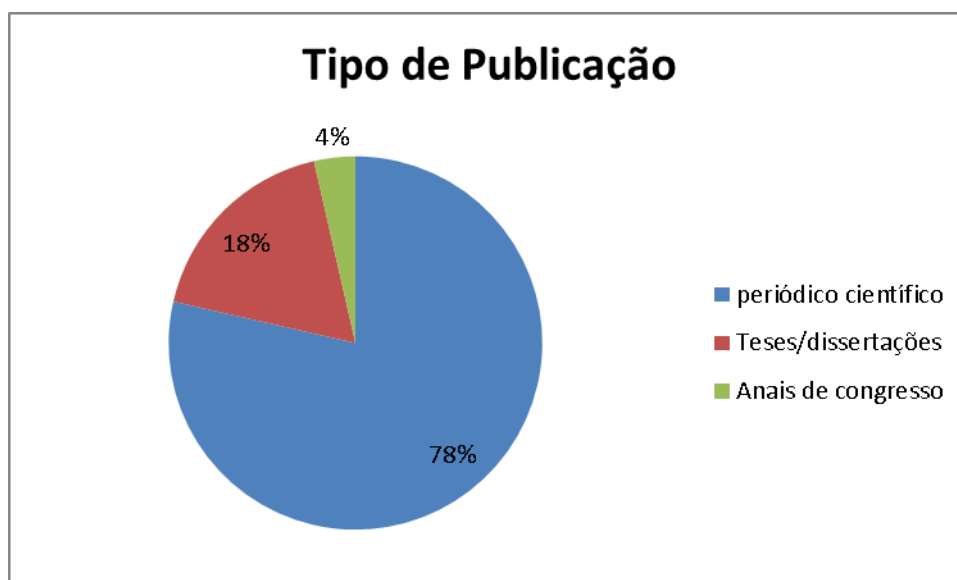


GRAFICO 1- Tipos de publicação dos trabalhos encontrados na revisão sistemática

FONTE: a autora (2017)

Os trabalhos analisados foram compilados no quadro 1.

Título	Autores	Ano	Instituição	Palavras-Chave	Unidades de Contexto
Genes, informação e semiose: do conhecimento de referência ao ensino de biologia	SANTOS, Vanessa Carvalho dos	2008	UFBA	Gene; Informação Genética; Emenda Alternativa; Signos; Semiótica; Peirce; Processos; Livros Didáticos; Ensino Médio	Os resultados sugerem que há, nos livros didáticos de ensino médio, um equivalente à chamada 'semiotização espontânea' da biologia, que se encontra, porém, intrinsecamente associada à controversa concepção sequencial da informação biológica
Investigações sobre o ensino de genética e biologia molecular no ensino médio brasileiro: reflexões sobre as publicações científicas	MELO, José Romário; CARMO, Edinaldo Medeiros	2009	UFLA	Biologia Molecular. Genética. Interdisciplinaridad e. Livro Didático. Pesquisa Bibliográfica	Este estudo possibilitou considerar que ainda é incipiente a pesquisa voltada ao ensino de genética e biologia molecular, com relação ao ensino médio na escola básica brasileira.
Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de biologia celular e molecular no ensino médio por graduandos de ciências biológicas	ORLANDO, Tereza Cristina, et al.	2009	UNIFAL	Modelos Tridimensionais; Ensino Médio; Biologia Celular; Biologia Molecular; Ensino De Biologia	A aplicação dos modelos foi eficiente tanto na fixação das teorias básicas quanto no aumento do interesse dos estudantes pela matéria, consistindo uma estratégia alternativa interessante para aplicação tanto no ensino médio como no desenvolvimento das habilidades do professor em formação.
Pescando nucleotídeos: um novo jogo educativo para o ensino do processo de síntese protéica para estudantes do ensino médio.	MORONI, Fábio T., et al	2009	UFAM		A aplicação desta prática nas escolas do nível médio de Manaus obteve uma excelente aceitação pelos profissionais da educação, que relataram o grande entusiasmo dos seus alunos para utilizar o jogo e uma melhora na compreensão do tema abordado.
Produção e utilização de animações e vídeos no ensino de biologia celular para a 1ª série do ensino médio	MENDES, Maximiliano Augusto de Araújo	2010	UNB		Constatou-se que esse tipo de material é bem aceito e em determinadas situações, testes quantitativos sugerem que puderam contribuir para a aprendizagem, ou seja, o efeito geral no ensino foi positivo.

Jogo do DNA: um instrumento pedagógico para o ensino de ciências e biologia	JANN, Priscila Nowaski; LEITE, Maria De Fátima	2010	Centro Universitário Da Cidade	Biologia Molecular; Jogo Didático; Estrutura Do DNA; Ensino-Aprendizagem.	Após aplicação do jogo em colégio de ensino médio, os comentários feitos pelos alunos demonstraram que o jogo serviu para uma melhor compreensão da estrutura da molécula de DNA, corroborando a eficácia do aspecto lúdico associado ao cognitivo como importante estratégia de ensino.
O ensino de enzimas: uma abordagem experimental de baixo custo	PINHEIRO, William de Azevedo; POMILHO, Wendel Mattos	2011	UENF	Enzimas, Materiais Alternativos, Atividade Prática, Prática Pedagógica.	A maioria dos alunos que participou deste trabalho aprovou a metodologia de ensino e afirma que a atividade esclareceu suas dúvidas conceituais. Por conseguinte, no contexto deste estudo, fica notório que a capacidade criativa do professor é a principal ferramenta para implementar novas estratégias didáticas utilizando materiais alternativos e/ou de baixo custo.
O que dizem alunos do ensino médio sobre conceitos biologia molecular por meio de uma atividade laboratorial	BEZERRA, Rafael Gonçalves	2012	IFG	Biologia; DNA; Morango; Ensino; Célula	Mais da metade dos alunos soube responder questões sobre a localização celular do DNA e pareamento de bases, porém 86% dos alunos não souberam explicar em qual etapa ocorre o rompimento da membrana nas células do morango, no experimento realizado.
Engenharia genética: um olhar dos professores de biologia de instituições públicas e privadas do ensino médio.	DA CONCEIÇÃO, Francisca Patrícia; PERON, Ana Paula	2012	UFPI	Biotecnologia; Conhecimento Docente; Ensino Obrigatório	A partir dos resultados obtidos, pode-se inferir que os docentes entrevistados possuem pouco conhecimento científico e, algumas vezes, equivocados sobre o tema abordado (engenharia genética), concluindo-se que os mesmos necessitam de atualização científica.
Transgênicos: diagnóstico do conhecimento científico discente da última série do ensino médio das escolas públicas do município de picos, estado do Piauí.	CARVALHO, Jeane da Silva, et al	2012	UFPI	Biotecnologia; Conhecimento Apropriado; Discentes	A maioria dos entrevistados respondeu as questões superficialmente, e algumas vezes de forma incorreta, sugerindo que o conhecimento científico dos mesmos está fortemente embasado em concepções intuitivas. As respostas dadas pelos discentes também evidenciam estar fortemente atreladas a mídia, destacando-se a internet e a televisão.

Conhecimentos básicos de genética segundo professores e docentes e sua apresentação em livros didáticos e na academia: aproximações e distanciamentos	FRANZOLIN, Fernanda	2012	USP	Currículo; Ensino De Genética; Livro Didático; Transposição Didática	Segundo os resultados, houve conteúdos mencionados como básicos pelos entrevistados de ambos os contextos, tais como: padrões de herança, divisão celular, genética molecular, aplicações da genética e gene. Para muitos entrevistados, os conteúdos considerados como básicos são importantes para que os alunos compreendam informações recebidas em seu cotidiano e a expressão de suas próprias características. Nos livros analisados, verificou-se que a frequência relativa de aproximações com relação ao conhecimento de referência era superior aos distanciamentos.
Estimulando a aprendizagem colaborativa através da simulação de processos de biologia molecular com o squeak etoys	DA SILVA, Fernanda Britto; SERAFINI, Michele A.; De MELO, Ana Carolina C.	2012	UFRGS		Estas atividades (animações) proporcionaram ao aluno papel ativo no seu processo da aprendizagem. Foi possível observar colaboração entre os sujeitos e, a maioria deles, expressou que seria complicado entender os conteúdos tratados sem esta atividade.
O processo de formação de professores de biologia e a interferência das tecnologias e mídias no ensino de genética e biologia molecular	RIBEIRO, Renato Antônio; SANTOS, Rodrigo da Silva	2013	UEG	Ensino De Biologia; Temas Polêmicos; Genética; Biologia Molecular; Educação De Jovens E Adultos	Os alunos da modalidade educação de jovens e adultos (EJA) carregam pré-conceitos ou conceitos errôneos, o que pode ser influenciado por sua bagagem cultural, pela religião que seguem ou por mau preparo dos educadores em abordar estes temas. Torna-se necessário rever as práticas educativas e a formação acadêmica dos educadores a fim de evitar a transmissão de informações erradas ou a permanência de pré-conceitos.
Alfabetização científica e aprendizagem significativa: situação de alunos de escolas estaduais do rio de janeiro com relação a conceitos de biologia molecular.	ESCODINO, Daniel Alves; GÓES, Andréa Carla De Souza	2013	UERJ	Alfabetização Científica; Aprendizagem Significativa; Biologia Molecular	A maior parte dos alunos não havia experimentado aprendizagem significativa e o uso de materiais didáticos e a elaboração de aulas que considerem a estrutura cognitiva dos alunos teve um efeito relevante sobre a apropriação de vários conceitos.
Jogo AminoUno: uma ferramenta alternativa para o ensino da síntese de proteínas no ensino médio	DA SILVA, Maria Isabel, et al	2013	UFAM	Jogo educativo, Tradução do DNA; Síntese de proteínas;	Os estudantes apresentaram uma boa assimilação dos conceitos ensinados durante a atividade, bem como um alto nível de satisfação e de aplicabilidade do jogo como ferramenta de ensino

Abordagem da genética molecular nos livros didáticos para o ensino médio	ROSSASI, Lucilei Bodaneze.;	2014	UFPR	Genética Molecular; Livros Didáticos; Ensino Médio	Livros didáticos analisados abordam, de forma sutil, conteúdos e conceitos da genética molecular
Genética e suas aplicações: identificando o conhecimento presente entre concluintes do ensino médio.	TEMP, Daiana Sonego; BARTHOLOMEI-SANTOS, Marlise Ladvocat	2014	UFMS	Conhecimento; Ensino Médio; Genética; Biotecnologia	Os resultados mostraram que os alunos apresentam concepções errôneas relacionadas a diferentes conteúdos de genética, como herança do DNA mitocondrial, produção de clones e transgênicos, projeto genoma humano e relação entre genótipo, fenótipo e meio ambiente. Assim, é necessário que o processo de ensino seja revisto para que os alunos tenham acesso a conhecimentos corretos, ou seja, ocorra a alfabetização científica nas escolas.
A abordagem didático-investigativa no ensino médio: um estudo acerca do DNA.	MIGUEL, Kassiana da Silva, et al	2014	UFSC	Ensino De Biologia. Ensino Médio. PIBID. Abordagem Investigativa. DNA.	Com o desenvolvimento do módulo didático, foi observado que os alunos passaram a ter uma base teórica sobre o tema. A concepção de DNA passou a ser mais contextualizada, em uma rede conceitual, e próxima da realidade, exemplificada por meio da mudança de ponto de vista obtida pelos estudantes.
Modelo didático sobre o dogma central da biologia molecular	ANSELMO, Michele De Siqueira	2014	UFPR	Biologia Molecular; Livros Didáticos - Ensino Médio; Didática; DNA; RNA Mensageiro	Por meio deste modelo, foi possível promover uma melhor compreensão do conteúdo já aplicado durante as aulas de biologia, além de conquistar e despertar o interesse e a interação dos alunos em estudos referentes aos mecanismos fundamentais para a reprodução e a manutenção da célula eucariótica.
“Sintetizando proteínas”, o jogo: proposta e avaliação de uma ferramenta educacional	DE CARVALHO, Julio Cesar Queiroz, et al	2014	USP	Proteínas; Jogos; Material Educacional	Segundo relato de professores de biologia, o jogo “sintetizando proteínas” foi considerado uma ferramenta didático-pedagógica adequada, ainda que um pouco complexa. O jogo contribuiu de modo positivo na compreensão e formação dos conceitos relacionados.

As mídias digitais como recurso didático para o ensino de genética e biologia molecular	MACEDO, Delano Marcelino, et al	2015	UFG	DNA, Vídeos, Youtube, Ferramenta Didática.	A maioria dos alunos do 3º ano pesquisados, acessa a internet, mas ainda não a utiliza como um recurso para a sua aprendizagem ou para reforçar e relembrar o conhecimento adquirido em sala de aula, a fim de se preparar para o vestibular. O professor pode ser mediador entre o aluno e os conteúdos acessados na internet para melhorar o conhecimento dos mesmos
Organismos geneticamente modificados (OGMs): uma abordagem educacional e suas contribuições para uma cidadania crítica e consciente	DA CUNHA, Patrícia Moreira, et al	2015	UFG	Genética Molecular, Ensino Médio, Aprendizagem.	Os dados analisados mostraram que a maioria dos alunos pesquisados já ouviu falar sobre o tema pesquisado, mas ao mesmo tempo, grande parte deles possui pouco ou nenhum conhecimento sobre o assunto. Apesar do tema sobre OGMs ser frequentemente discutido pela mídia, o conhecimento da maioria dos estudantes é, ainda, vago e superficial. Diante das informações levantadas, é possível perceber que as mudanças no modo de ensino das escolas são necessárias. É preciso que os professores desenvolvam aulas interessantes e produtivas, que buscam a formação de cidadãos críticos, conscientes, responsáveis e acima de tudo, atualizados.
Bioquímica nas escolas: uma estratégia educacional para o estudo de ciência no ensino médio	HENRIQUES, Lethícia Ribeiro, et al	2016	UFV	Didática; Ensino; Ensino Médio; Ciência; Bioquímica	Conclui-se que a abordagem de ensino de bioquímica utilizada durante a oficina, bem como o emprego do material didático desenvolvido, podem servir como instrumento para aumentar o interesse dos estudantes pelo ensino de ciência nas escolas e fomentar a formação de novos pesquisadores científicos
Oficinas de biotecnologia para o ensino médio: antioxidantes, a FONTE da juventude?	MARMITT, Diorge Jônatas, et al	2016	Univates	Ácido Ascórbico; Ensino Fundamental E Médio; Radicais Livres.	As oficinas oportunizam o contato de estudantes do ensino médio com diferentes áreas da biotecnologia, propiciando aprendizagem e aproximação destes alunos com pesquisas desenvolvidas na instituição, auxiliando na escolha de uma possível futura carreira profissional.

Jogo bozó genético: uma proposta didática como alternativa para o ensino da replicação do DNA no ensino médio	ROSA, Letícia De Oliveira, et al	2016	IFAM	Atividade Lúdica; Replicação Do DNA; Ensino De Genética	Acredita-se no potencial do jogo bozó-genético como uma atividade lúdico-educativa que poderá ser usada como uma ferramenta didática por educadores, corroborando no processo de ensino da biologia.
Ensino de biotecnologia: o conhecimento docente e abordagem na perspectiva do exame nacional do ensino médio	PINHEIRO, João Paulo Silva; PANTOJA, Lydia Dayanne Maia; VANDERLEY, Carminda Sandra Brito Samito	2017	USP	Biologia; Contextualização; Ensino	Constatou-se que a biotecnologia vem sendo ministrada em escolas públicas do município de Fortaleza/CE, porém com pouco aprofundamento, por falta de atualização profissional, impossibilitando uma opinião mais segura sobre determinados assuntos divulgados; tal insegurança acaba refletindo na apresentação do conteúdo em sala de aula.
"DNA no túnel do tempo": um relato de atividade extensionista para o ensino de biologia.	SEVALHO, Elison De Souza	2017	UCAM	Biologia; Elucidação Do DNA; Ensino Médio	As ações do projeto (jogo sobre descobrimento da estrutura do DNA) contribuíram para o planejamento de práticas pedagógicas dinâmicas. Observou-se que os alunos aprimoraram seus conhecimentos sobre a molécula de DNA e melhoraram suas concepções a respeito da participação dos outros cientistas sobre o fato.
Abordagens educacionais das biotecnologias no ensino de ciências através de uma análise em periódicos da área	MARCELINO, Leonardo Victor; MARQUES, Carlos Alberto	2017	UFSC	Biotecnologias, Ensino De Química, Transgênicos	Conclui-se que o tema é incipiente na área e que mais pesquisas são necessárias para investigar e divulgar suas possibilidades para discutir incertezas científicas e interdisciplinaridade no ensino de ciências.

QUADRO 1 - Trabalhos encontrados na revisão sistemática

FONTE: a autora (2017)

Foi observado que os anos com mais trabalhos publicados, dentre os analisados, foi 2012 e 2014 com 5 trabalhos cada, já em 2008 e 2011 foi encontrado apenas 1 trabalho. Contudo, não é possível sugerir uma tendência de aumento ou diminuição do número de trabalhos por ano.

Alguns trabalhos relataram que o conhecimento, tanto dos estudantes quanto dos docentes, sobre biologia molecular é superficial, tendendo a ser errôneo e influenciado pela mídia. Grande parte dos achados indica a necessidade de revisão do ensino de biologia no nível médio, com aulas mais dinâmicas e interessantes, assim como a atualização por parte dos docentes. Foi possível perceber, pelos trabalhos analisados, que temas relacionados a biologia molecular vêm sendo estudados no ensino médio brasileiro, embora com pouco aprofundamento, já que entrevistas com estudantes mostrou que eles possuem conceitos errados ou alternativos sobre a temática (CARVALHO, et al, 2012; RIBEIRO; SANTOS, 2013; TEMP; BARTHOLOMEI-SANTOS, 2014; DA CUNHA, et al, 2015; PINHEIRO; PANTOJA; VANDERLEY, 2017).

Dentre os trabalhos que analisaram livros didáticos, foi possível perceber que o tema biologia molecular é abordado, porém pode estar de maneira superficial o que pode influenciar na apropriação deste conhecimento por parte dos alunos. Por outro lado, alguns livros estão bem próximos do conhecimento de referência na área, o que mostra a importância na escolha do livro didático (SANTOS, 2008; FRANZOLIN, 2012; ROSSASI, 2014).

A maior parte dos trabalhos encontrados é sobre atividades que podem ser utilizadas em sala, favorecendo o aspecto lúdico e a aprendizagem significativa. Os jogos didáticos desenvolvidos mostram serem bons aliados no processo de ensino-aprendizagem. Os resultados obtidos com a aplicação dos jogos, modelos didáticos, animações e vídeos foram relatados como positivos, tanto por professores quanto por alunos, que foram capazes de assimilar conteúdos, que podem ser abstratos,

a presença da ação lúdica neste processo foi a grande alavanca para a conclusão deste trabalho. Portanto, queremos demonstrar através deste jogo, os benefícios que as atividades lúdicas podem proporcionar ao processo de ensino-aprendizagem, não apenas durante os primeiros anos escolares, mas também durante as séries que se seguem, pois são praticamente esquecidos ou ignorados nas séries mais avançadas que compreendem a faixa etária de 15 até 18 anos. (JANN; LEITE, 2010)

Já os trabalhos que realizaram análises documentais acerca do estudo da biologia molecular no ensino médio, concluíram que existem poucos estudos publicados em periódicos, mostrando a necessidade de mais estudos a respeito deste tema (MELO; CARMO, 2009; MARCELINO; MARQUES, 2017).

Dentre os autores citados como referência, os que foram mais frequentemente encontrados foram Myriam Krasilchik, Lourdes Aparecida Della Justina, Vanessa Daiana Pedrancini e Maria Júlia Corazza. Todas elas com formação científica em ciências biológicas ou naturais, e cuja linha de pesquisa atual ou já finalizada se aproximam do tema de estudo deste trabalho.

Segundo Silva, Viana e Justina (2016) a genética é uma área de interesse na sociedade pelo grau de influência que ela determina e os professores de ensino médio precisam perceber o quanto o estudo da biologia é importante para que o aluno se aproprie destes conhecimentos e venha a ser crítico com as notícias da mídia. Pedrancini et al (2007) mostrou que grande parte dos alunos de ensino médio tem conceitos influenciados pela mídia, no que se refere a temas atuais como transgênicos, o que também foi observado nos trabalhos analisados na revisão sistemática. Já nos temas relacionados a seres vivos, células e material genético, os alunos apresentam definições equivocadas e ideias alternativas. Paiva e Martins (2005) e Carvalho, Couto e Bossolan (2012) também observaram que os alunos, apesar de já terem tido contato com a genética e a biologia molecular na escola, ainda apresentavam concepções prévias ou alternativas. Com isso, percebe-se que as notícias veiculadas pela mídia influenciam a construção de representações sociais dos alunos, e isto pode ocorrer por deficiência no ensino de biologia e, sobretudo, da biologia molecular por ser um tema recorrente e atual.

4 RESULTADOS

4.1 ARTIGOS DO PDE/PR

4.1.1 Sistematização

Primeiramente foi realizada uma busca nas produções PDE depositadas no portal “dia-a-dia educação”, utilizando a palavra-chave “Biologia Molecular” como busca. A ferramenta de busca retorna todos os achados para a palavra-chave, sendo que foram encontrados artigos provenientes de matérias não relacionadas, desta forma foram mantidos apenas os artigos encontrados relacionados aos projetos PDE vinculados às disciplinas de Ciências e Biologia.

Ao todo foram encontrados 293 trabalhos com a busca pela palavra-chave “biologia molecular”, sendo 152 artigos e 141 produções didático-pedagógicas das disciplinas de ciências e biologia, entre os anos de 2007 e 2014, exceto o ano de 2011, no qual não há dados, pois a turma deste ano sofreu atraso, e iniciou as atividades apenas em 2012, conforme o edital nº 66/2011 – DG/SEED. O mesmo ocorreu com a turma de 2015, que iniciou suas atividades em 2016, o que fez com que não houvesse processo seletivo neste ano, segundo a resolução SEED nº 2465/2015.

Como é possível observar no gráfico 2, os trabalhos referentes a biologia molecular correspondem a cerca de 15% a 20% de todos os trabalhos depositados da disciplina de biologia. O ano que mais foram realizados trabalhos de ciências e biologia foi em 2009 e, por consequência, mais trabalhos referentes à biologia molecular. Vale lembrar que, para esta análise, foram considerados todos os trabalhos de biologia molecular, incluindo-se artigos e produções didático-pedagógicas.

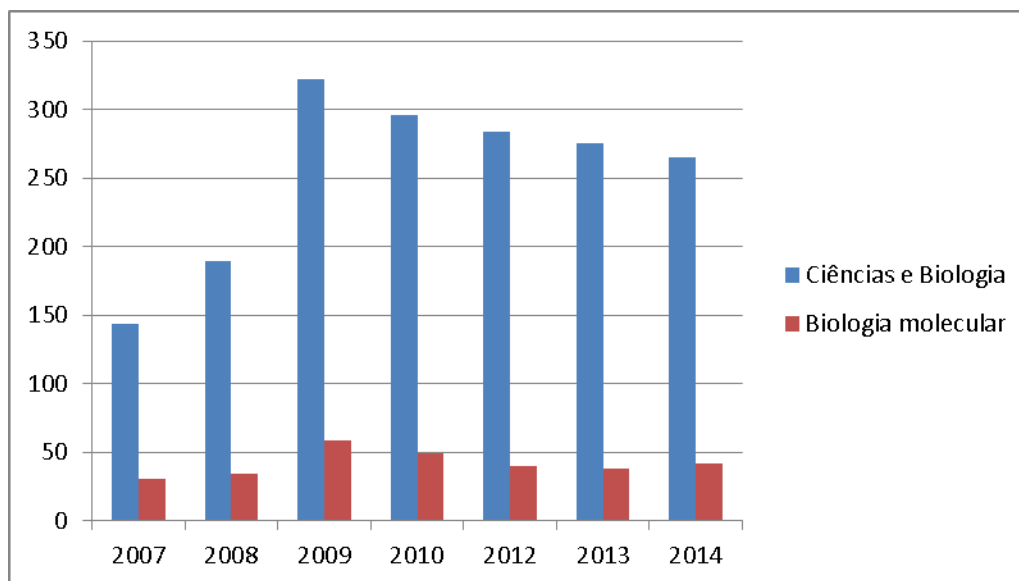


GRAFICO 2 - Análise comparativa entre a quantidade de trabalhos de Ciências e Biologia e Biologia molecular, por ano

FONTE: A autora (2017)

Em 2009 houve mais trabalhos, pois também houve mais vagas, neste ano ingressaram 193 professores de ciências e 59 de biologia, segundo os editais de processo seletivo do PDE. Ao todo 1158 professores de ciências e 381 professores de biologia foram formados, até o momento pelo, PDE (TABELA 1).

Apesar do número maior de professores de ciências há mais artigos produzidos sobre a biologia molecular na disciplina de biologia, como é possível analisar no gráfico 3. Isto se justifica pelo fato da Biologia Molecular ser um tema específico da disciplina de Biologia Geral, no Ensino Médio. É interessante verificar que os professores de ciências também se interessem pelo tema, uma vez que ele aparece nos parâmetros curriculares como tema do ensino médio, na disciplina de biologia. Contudo, deve-se considerar que professores lecionam ambas as disciplinas e podem ter conseguido o PDE pelo padrão de ciências.

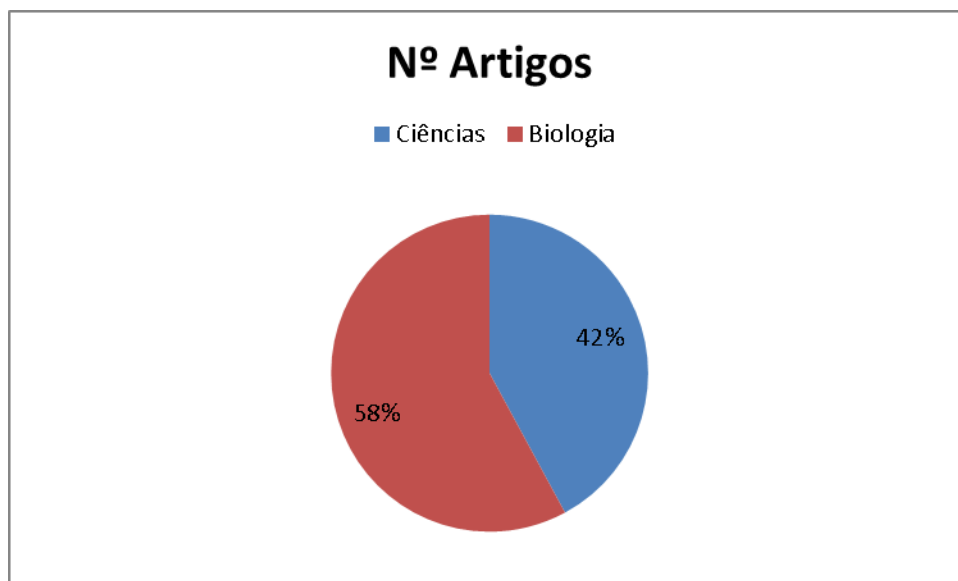


GRÁFICO 3 - Relação de artigos sobre biologia molecular nas disciplinas de ciências e biologia

FONTE: a autora (2017)

As instituições de Ensino superior parceiras do PDE/PR são: Unespar (diversos campi), UEL, UEM, UENP, UEPG, UFPR, Unicentro, Unioeste e UTFPR (campus Curitiba). Sendo que a Unioeste é a instituição mais presente nos trabalhos analisados, seguida por UEL e UEM, como pode ser visto no gráfico 4.

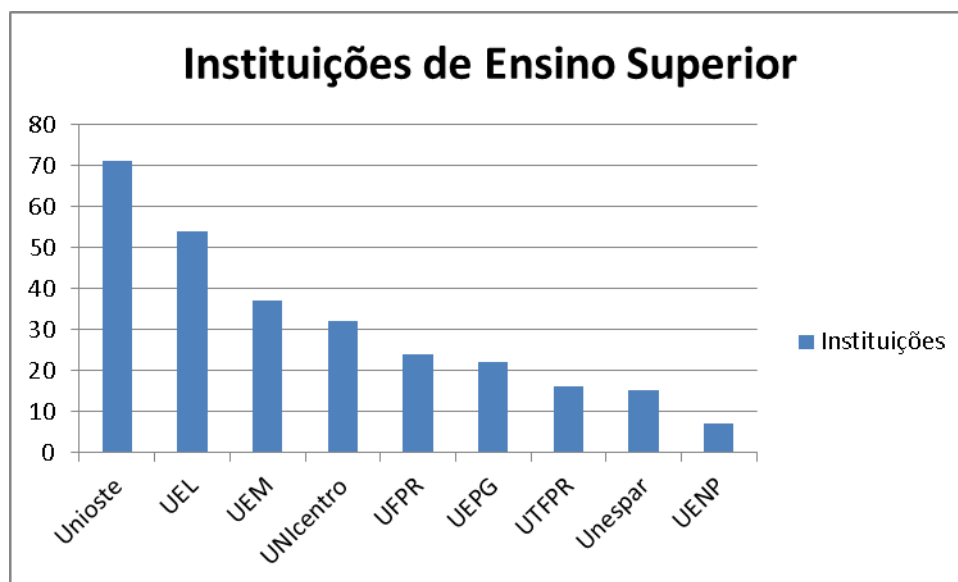


GRÁFICO 4 - Instituições de Ensino superior do Paraná que atendem o PDE

FONTE: a autora (2017)

4.1.2 Análise textual dos artigos

Ao analisar estes trabalhos, percebe-se o quanto a proposta do PDE é rica em proporcionar que sejam produzidos artigos e produções didático-pedagógicas,

que além de divulgar o trabalho do professor PDE pode auxiliar outros professores, uma vez que estão disponíveis para leitura. Além disso o GTR contribui para que haja diálogo entre os professores do estado, mesmo aqueles que não estão participando do programa, pois eles podem auxiliar no desenvolvimento do professor PDE e vice versa.

Para análise textual dos trabalhos do PDE na área de biologia molecular, foram selecionados apenas os artigos, uma vez que estes são o resultado final do estudo do professor, excluindo então, as produções didático-pedagógicas, como as sequências didáticas. Sendo assim, foram escolhidos apenas os artigos referentes à disciplina de biologia, excluindo-se os de ciências. Desta forma, dos 152 artigos, foram mantidos 88 referentes à matéria de biologia. Dentre estes artigos, ainda foram excluídos aqueles que, pelo título ou resumo, não eram especificamente sobre o tema de estudo deste trabalho, restando ao final 34 artigos. Os resumos destes artigos foram submetidos ao software Iramuteq, que organiza grafos estatísticas sobre *corpus* textuais.

O primeiro grafo feito no software foi o dendograma, que classifica as palavras mais comuns encontradas nos resumos em classes de afinidade. O resultado do dendograma sugere seis classes distintas, agrupadas por maior afinidade. Na figura 1 é possível perceber que existem dois grandes grupos, compostos pelas classes 3 e 4 e outro composto pelas classes 1, 2, 5 e 6, sendo que a classe 5 é a mais distinta desse grupo, seguida pela classe 1, já as classes 2 e 6 são mais relacionadas.

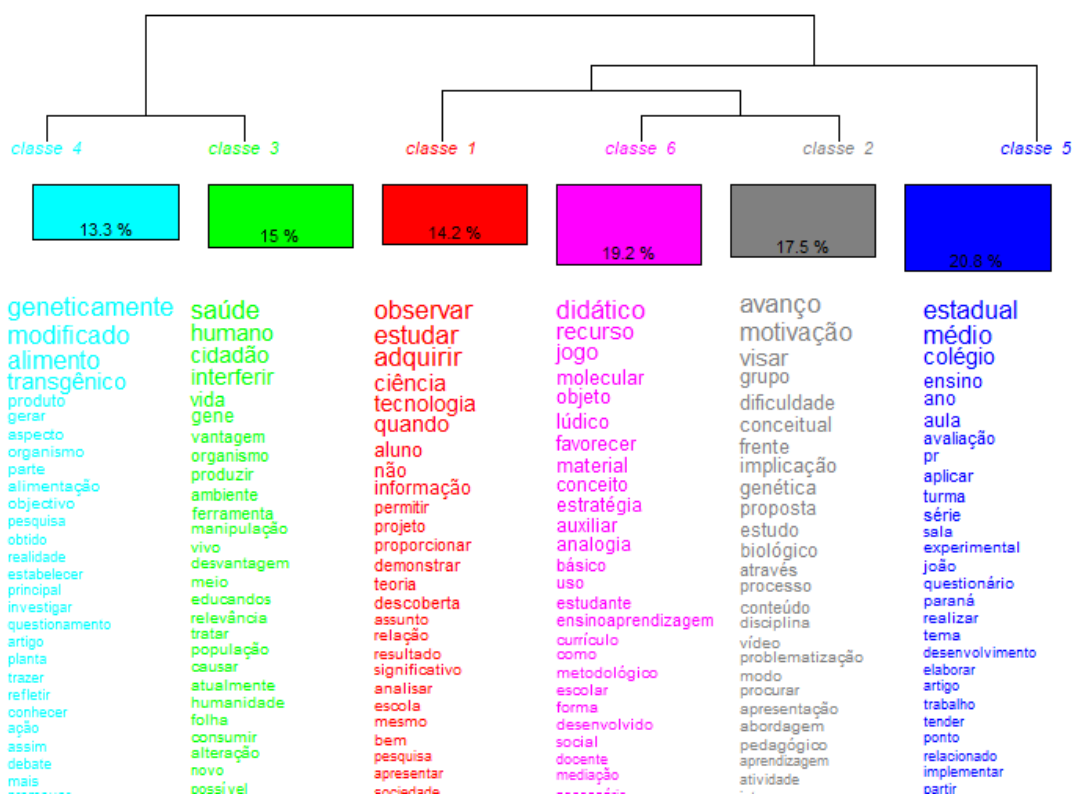


FIGURA 1 - Dendrograma

FONTE: a autora (2017), criado com software Iramuteq

A classe 1 do dendrograma 1 relaciona o ato de estudar, de observar, de adquirir conhecimento e informação. Sendo que o sujeito que aparece nessa classe é o aluno, evidenciando que o estudo, o conhecimento e a informação buscados fazem parte do contexto dos alunos, ou seja, constituem a base para a alfabetização científica dos mesmos, pois,

A educação científica deve contribuir para que cada indivíduo seja responsável pelo seu bem estar e capaz, como cidadão, de tomar decisões com base em conhecimentos sólidos e cientificamente válidos. Ela deve representar, para o aluno, uma ampliação das possibilidades de sua compreensão de mundo e de participação efetiva neste. (JUSTINA; RIPPEL, 2003, p.2)

Já a classe 2 versa sobre o porque estudar, pelas palavras frequentes utilizadas, como: avanço, motivação, grupo e dificuldade. É possível perceber que a motivação para estes estudos são a dificuldade que o assunto impõe, talvez pelos conceitos difíceis de serem apreendidos pelos alunos, pois a palavra “conceitual” aparece na análise, ou a motivação para o estudo pode se justificar pelos avanços tecnológicos e implicações éticas deste tema. Em um estudo realizado por Justina (2001) mostrou que os professores têm mais dificuldade em trabalhar temas

relacionados às novas abordagens, como a tecnologia do DNA recombinante, clonagem, transgênicos e aspectos éticos, pois muitos livros analisados pela autora não abordavam ou traziam erros conceituais. Ainda, a divulgação, muitas vezes, sensacionalista ou de difícil compreensão, utilizada pela mídia, atrapalhava o trabalho destes assuntos em sala e esta, também, pode ter sido a justificativa para a escolha dos professores PDE pelo tema de estudo.

A classe 3 se preocupa com a cidadania, com o ser humano, com a interferência na vida humana e as vantagens e desvantagens dessas técnicas, ou seja, a relevância social do uso de ferramentas de biologia molecular em prol da sociedade. A classe 4, assim como a 3, também é voltada ao uso das ferramentas, pois as palavras mais frequentes são “geneticamente modificado”, “alimento transgênico” e “produto”. Sendo assim, pode-se afirmar que esta classe se formou pela relação dos produtos gerados e uso final dos mesmos.

Na classe 5 são encontradas as palavras relacionadas à escola e aos alunos, pois a formação do PDE estabelece que deve haver um retorno dentro da escola selecionada, portanto, essa classe é muito relevante e predomina o ensino e a aprendizagem.

A última classe, de número 6 é sobre os recursos didáticos utilizados em sala para auxiliar na aprendizagem do conteúdo, e é possível observar que os professores utilizam jogos, analogias e recursos que favoreçam a aprendizagem de forma lúdica. Segundo Krasilchick (2004) os modelos didáticos são um dos recursos mais utilizados nas aulas de biologia, pois representam as estruturas tridimensionais, muito embora seja interessante que os próprios alunos façam seus modelos, pois contribui para o processo de aprendizagem. Muitos trabalhos encontrados na revisão sistemática, também, confirmam que o uso de jogos, animações e atividades lúdicas auxiliam de forma positiva no processo de ensino aprendizagem, sendo bons instrumentos para o entendimento e esclarecimento de dúvidas conceituais.

Ressalta-se que o dendograma apresenta dois grupos distintos: o primeiro englobando as classes 4 e 3 relacionando o uso das ferramentas de biologia molecular, bem como a interferência na vida, e o segundo, as classes 1 e 5, estando as classes 2 e 6 ligadas à classe 1, que estão relacionadas à forma de estudo, conhecimento e metodologias de aprendizagem.

A análise de similitude traz indicações de conexidade entre as palavras, sendo uma ferramenta interessante para análise de conteúdo. Nesta análise observou-se que a palavra mais importante é **aluno**, pois se conecta com todas as outras palavras, ou seja, tudo está relacionado ao aluno, a sua compreensão, aprendizagem e interesse. As outras palavras destacadas são: conhecimento, conteúdo, atividade, conceito, transgênico, aprendizagem, trabalho, ensino e aula.

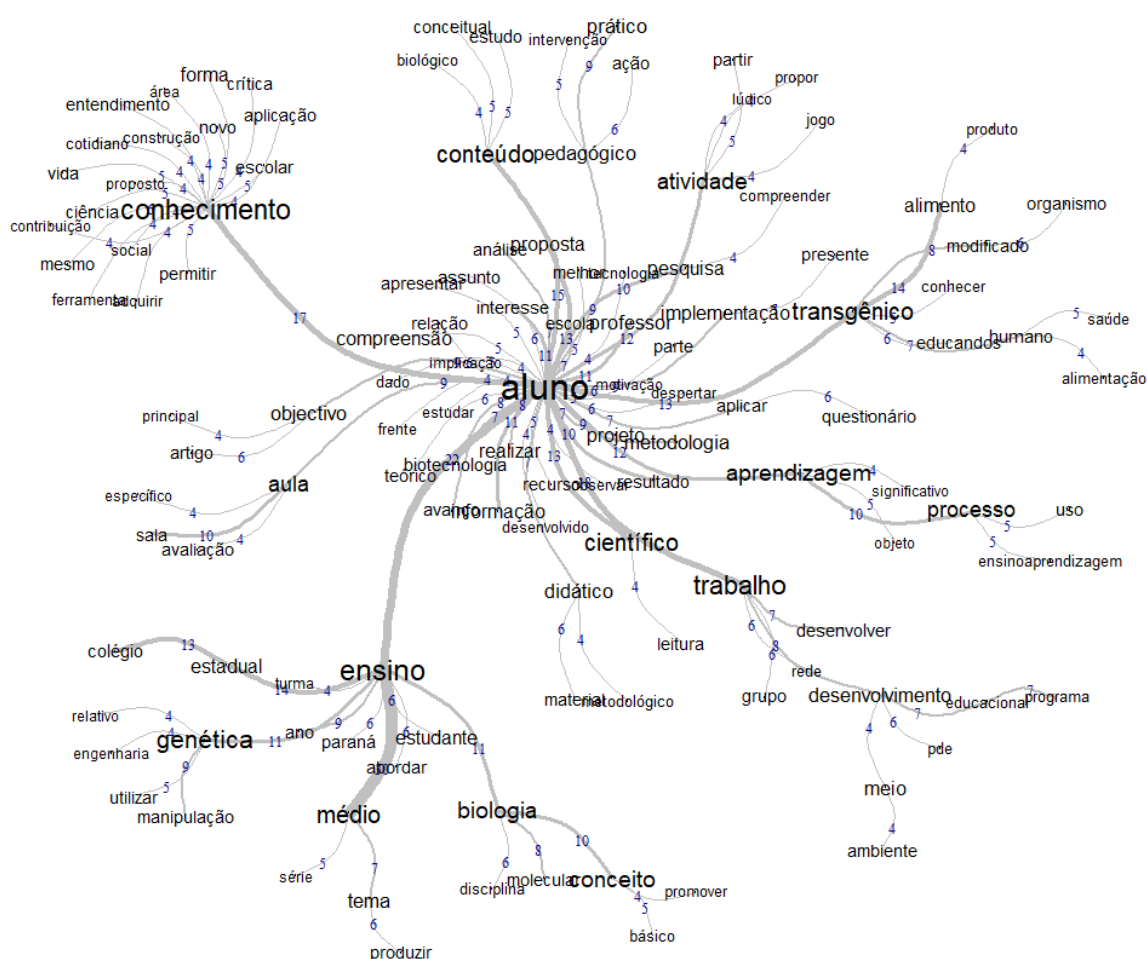


FIGURA 2 - Análise de Similitude

FONTE: a autora (2017), criado com o software Iramuteq

Ao analisar a conexidade destas palavras (FIGURA 2) observou-se que os professores prezam por uma aprendizagem significativa, utilizando recursos didáticos lúdicos. Além disso, pode-se perceber que o conhecimento (destes temas) tem importância, por sua relevância social e científica, além de permitir um pensamento crítico por parte do aluno, como pode ser evidenciado pela ligação das palavras 'ciência', 'contribuição', 'social', 'entendimento' e 'crítico', o que concorda

com Silva, Viana e Justina (2016), sobre como o ensino da genética deve ser entendido pelos professores.

Segundo Sousa (2013), o estudo da genética no ensino médio se limitava à estrutura e estudo dos mecanismos relacionados ao DNA e pouco associadas com as aplicações deste conhecimento, como clonagem e transgênicos, porém nas análises feitas a respeito dos trabalhos produzidos por professores do PDE foi possível observar que os professores estão muito interessados em explorar as aplicações da genética e biologia molecular.

Na análise de similitude é possível perceber que a palavra 'genética', fortemente ligada a 'aluno' pela palavra 'ensino' está associada a palavras como 'manipulação' e 'engenharia'. Transgênicos e organismos modificados se mostraram assuntos muito fortes no interesse dos professores PDE, evidenciando a tendência de levar estes assuntos para dentro da sala de aula e não ficar preso a parte estrutural. Esta tendência de estudo não é atual, pois entrevista feita com professores do ensino médio, em 1999, revelou que estes (engenharia genética, transgênicos, etc) eram os assuntos mais difíceis de trabalhar em sala, enquanto que conceitos básicos em biologia e código genético foram os assuntos em que poucos professores relataram ter dificuldade (JUSTINA, 1999). E o PDE tem como objetivo que o professor se aprofunde, justamente, onde encontra dificuldade, por isso é esperado que os professores procurem estes temas.

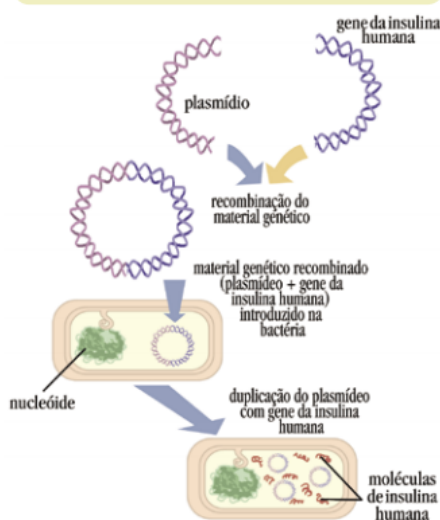
por professores da rede pública estadual do Paraná, onde cada professor depositava seu material, que estava sujeito a melhorias apontadas por outros professores. Ao fim do projeto, os materiais foram reunidos e agrupados por disciplina, dando origem aos livros públicos do ensino médio, que foram distribuídos a todos os alunos do ensino médio à época (2007). Na mensagem aos estudantes, no início do livro é possível perceber que sua utilização deveria ser mais do que apenas um material didático, “Com ele, como apoio didático, seu professor e você farão muito mais do que “seguir o livro”. Vocês ultrapassarão o livro. Serão convidados a interagir com ele e desafiados a estudar além do que ele traz em suas páginas” (PARANÁ, 2006, p. 6).

Neste trabalho, foi analisado o livro didático público de biologia onde procurou-se os temas relacionados à biologia molecular, no intuito de saber como os professores autores dos Folhas abordaram estes temas e suas sugestões para trabalho em sala de aula.

O livro didático público de biologia contém 17 capítulos, divididos entre os quatro conteúdos estruturantes para o ensino médio do estado do Paraná, que são: Organização dos Seres Vivos, Mecanismos Biológicos, Biodiversidade e Implicações dos Avanços Biológicos no Fenômeno Vida (PARANÁ, 2008). No início de cada unidade é feita uma apresentação do conteúdos estruturadores, onde se introduz o tema a ser estudado e como serão abordados no Folhas.

Logo no primeiro capítulo “Bactérias: um universo microscópico”, que faz parte dos conteúdos estruturadores Organização dos seres Vivos, foi encontrado um trecho fazendo referência à engenharia genética e produção de proteínas recombinantes, dando o exemplo da produção de insulina por bactérias (FIGURA 4). Apesar de breve o assunto é tratado de forma clara e simples, e faz o uso de analogias para facilitar a compreensão.

No interior da bactéria, além do citoplasma encontramos o **nucleóide**, região onde se localiza o cromossomo bacteriano. Além desse cromossomo, a bactéria pode apresentar pequenos cromossomos, também circulares, localizados fora do nucleóide, denominados **plasmídeos**. Fonte: JUNQUEIRA e CARNEIRO (2005, p. 268).



■ FIGURA 3 – Esquema da produção de insulina resultante de técnica de engenharia genética.

O mundo microbiano é composto por seres que não podem ser vistos a olho nu. São seres muito abundantes no planeta, por serem encontradas nos mais variados ambientes. Seu pequeno tamanho permite um metabolismo elevado, crescimento incrivelmente rápido e velocidade na conversão de nutrientes em energia, como é o caso das bactérias.

Dentre todos estes fatores envolvendo as bactérias, está aí a razão pela qual são amplamente utilizadas em pesquisas científicas e atualmente em grande escala, na engenharia genética.

A engenharia genética desenvolveu técnicas capazes de transferir genes de um ser vivo para outro. Por exemplo, quando o gene responsável pela produção do hormônio insulina, em seres humanos, é transplantado para o interior de certas bactérias, elas passam a produzir o mesmo hormônio, seguindo a informação determinada pelo gene humano (FIGURA 3).

Esse é um exemplo de como os cientistas podem dirigir o “comportamento” de bactérias geneticamente modificadas para fins previamente definidos. As bactérias portadoras de genes transplantados atuam como “fábricas” a serviço dos interesses humanos.

FIGURA 4 - Exemplo do uso de bactérias na Engenharia Genética

FONTE: Livro didático público do ensino médio (PARANÁ, 2006)

Ainda no primeiro dos conteúdos estruturadores, no capítulo “Vírus: ‘Fluído Venenoso’”, ao ser abordado o estudo dos vírus é sugerida uma atividade de pesquisa, dentro do próprio livro, onde os autores sugerem que o aluno siga ao capítulo “DNA: a longa cadeia da vida” e responda perguntas sobre o que são ácidos nucléicos e onde são encontrados nos organismos eucariotos, procariotos e vírus.

A biologia molecular volta a aparecer no capítulo destinado ao DNA, nos conteúdos estruturadores Biodiversidade. O capítulo inicia com questionamentos sobre a semelhança e diferença entre os organismos de uma mesma espécie, onde os alunos são estimulados a pensar sobre estes assuntos. Já no corpo do texto é feito uma breve revisão sobre células e como são organizadas para enfim falar sobre o núcleo e seu conteúdo. Segundo os autores deste capítulo, no núcleo estão contidas várias informações importantes para vida e estão em uma rede filamentosa chamada cromatina. Porém, ao conceituar a cromatina, o livro apresenta uma falta de informação, pois além do DNA a cromatina também é constituída por proteínas denominadas histonas, que auxiliam na compactação do material genético, e esta informação está ausente. A duplicação do DNA, código genético, transcrição e

tradução foram abordadas de forma muito breve e pouco aprofundada, e sem nenhuma imagem ilustrativa para auxiliar na compreensão destes assuntos.

Num primeiro olhar, o texto pode parecer um pouco confuso para quem nunca teve contato com o tema, uma vez que é um assunto complexo, porém no decorrer do texto os conteúdos são explicados de forma mais clara e as imagens reforçam a explicação escrita. A cada parágrafo, o texto fica mais fluido e dinâmico.

Algo relevante que é abordado no livro é o contexto histórico do descobrimento da molécula de DNA e hereditariedade e, com isso, o surgimento da biologia molecular enquanto ciência, que ainda é conceituada como “parte da biologia que estuda os fenômenos vitais moleculares (os ácidos nucleicos, proteínas, etc) e o modo como os genes são manipulados, se regulam e se expressam”. (PARANÁ, 2006, p.133)

É interessante como os assuntos são abordados e muitas vezes os autores conseguem fazer conexões com outras disciplinas, como a química. Ao explicar sobre os elementos que compõem a molécula de DNA é feito um paralelo com a química, lembrando onde estes elementos são encontrados na tabela periódica. Isto faz com que o leitor consiga enxergar os conteúdos de forma integrativa e menos fragmentados.

Os autores propõem uma atividade para observação do núcleo das células da mucosa oral dos próprios alunos, utilizando o corante azul-de-metileno ou lugol para corar o núcleo e observar ao microscópio óptico. A atividade é interessante, pois estimula a curiosidade dos alunos e ajuda o professor na introdução e explicação sobre o núcleo celular.

Os leitores são convidados a pesquisar em livros de biologia geral ou genética humana para responder a pergunta: “Qual o segredo das mutações ocorridas com as espécies ao longo de todo o caminho rumo à evolução?” e além desta, são propostas outras atividades que instigam o aluno a procurar respostas e outras que fazem o aluno refletir e determinar seu posicionamento, como na atividade “Para pensar... Qual seu posicionamento quanto à relevância das evidências genéticas num julgamento? Justifique”. (PARANÁ, 2006, p.141)

Além das atividades e pesquisas são mostradas curiosidades, sugestões de experimentos, filmes e debates acerca de conflitos éticos. Caixas de textos ao lado do texto definem termos e sugerem bibliografia, o que torna a busca por informações mais objetivas.

No capítulo “Que herança é essa?” também é composto por texto fluído e de fácil interpretação, as sugestões de atividades, pesquisas e debates também são encontradas. Neste capítulo são abordados conceitos de hereditariedade e doenças genéticas, mas as leis de Mendel aparecem apenas no último capítulo sobre transgênicos. Algo interessante é que, ao explanar sobre daltonismo, também é explicada a anatomia do olho e formação de imagem, novamente integrando conteúdos.

Já o capítulo “Clonagem: Receita pronta para novas gerações ou para produzir seres inimagináveis”, inicia explicando sobre clonagem vegetal, o que é interessante, pois muitas pessoas não relacionam a propagação vegetal com clonagem. Além do conteúdo, os conflitos éticos são muito presentes, com perguntas diretas ao leitor, buscando realmente o pensamento crítico sobre o tema. Porém a clonagem gênica não foi abordada no capítulo, poderia ser explicada já que o tema foi exemplificado no capítulo sobre bactérias. Na figura 5 é possível observar sugestões de debates, filmes e imagem explicativa.

■ Como se produz um clone animal?

Nos animais, a clonagem é feita a partir das células germinativas ou reprodutivas, chamadas de gametas (óvulos e espermatozoides) e as somáticas, que são todas as outras.

Cada animal doa uma célula: um cede o núcleo (DNA) de uma célula somática que é inserido na célula germinativa do outro animal, que está sem o seu DNA. Na clonagem, o DNA precisa ser retirado de uma célula somática, que possui todas as informações genéticas do animal a ser clonado.



■ Esquema da técnica de clonagem.



Que tal assistir a um filme?
Sugerimos: “Eu, minha mulher e minhas cópias”, 1996, do diretor Harold Ramis.



DEBATE

Após assistir ao filme, discuta com os seus colegas os assuntos abordados no mesmo, que tenham relação com o conteúdo desenvolvido neste Folhas.

FIGURA 5 - Clonagem animal. Exemplos de atividades e debates

FONTE: Livro didático público do Ensino Médio (PARANÁ, 2006)

O último capítulo “O alimento que você consome diariamente é transgênico?”, traz questionamentos acerca dos alimentos transgênicos. O capítulo começa

contextualizando o melhoramento genético da alface e explicando este processo. Assim como nos demais capítulos, conceitos-chave e sugestões de leitura são indicadas em caixas de texto ao lado do texto explicativo, e, faz conexões com conteúdos relacionados. A genética clássica e a biotecnologia são abordadas no capítulo. Os conflitos éticos da biotecnologia são discutidos através da sugestão de debates dirigidos. As leis de Mendel são explicadas de forma clara e sucinta, com imagens e a explicação das probabilidades entre os cruzamentos.

Após a explicação acerca da genética clássica dos trabalhos de Mendel, é introduzido o assunto “transgênicos”, que começa explicando o que são e a lei regulamentar. A clonagem gênica é explicada a seguir, utilizando o exemplo da soja resistente ao glifosato. Apesar de o texto ser claro e explicativo, a imagem poderia ser mais ilustrativa, pois apenas indica a sequência gênica aprovada para inserção na soja. A seguir são discutidos os conflitos éticos e como estes alimentos afetam a vida humana, além disso, há o questionamento se a produção destes produtos teria interesse sociais ou apenas econômicos, como pode ser observado no trecho: “Ao refletirmos sobre quais seriam os objetivos da produção da soja RR, perguntamos: seriam para a melhoria da qualidade nutricional ou por interesses econômicos? Quais as implicações para a saúde humana? E para o ambiente?”. (PARANÁ, 2006, p. 288)

Pode-se observar com esta análise que, o livro didático público do ensino médio, aborda de forma sutil e pouco aprofundada os conteúdos de biologia molecular, assim como os livros de ensino médio analisados por Rossasi (2014), que encontraram estes conteúdos sendo trabalhados de forma superficial. Contudo, o mais relevante do livro é que todos os conteúdos analisados foram abordados de forma crítica, o que faz com que o aluno forme sua opinião e consiga ter subsídios para entender criticamente as notícias veiculadas pela mídia a respeito destes temas, o que contribui para divulgação e alfabetização científica e está de acordo com Diretrizes Curriculares Orientadoras da Educação Básica para a Rede Estadual de Ensino (PARANÁ, 2008) e as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2006).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo principal analisar o estudo da biologia molecular no ensino médio, por meio da experiência dos professores do estado do Paraná, através da análise documental dos artigos provenientes do PDE e do livro didático público do ensino médio. Ao fazer a análise de conteúdo dos artigos foi possível perceber que os professores têm se preocupado e identificado mais dificuldade nas novas biotecnologias, pois palavras relacionadas a conceitos básicos da biologia molecular, como estrutura do DNA, e o dogma central não apareceram nas palavras mais frequentes utilizadas nos artigos.

Um dos principais temas de interesse dos professores PDE são os transgênicos, pois foi uma palavra com grande destaque na análise. Pode-se dizer que este interesse já surgia no projeto Folhas, pois na análise do livro público do ensino médio da disciplina de biologia, este tema apareceu em grande destaque, quando comparado a parte básica. Este achado corrobora com Conceição e Peron (2012), Carvalho et al (2012) e Pinheiro, Pantoja e Vanderley (2017), que constatarem a dificuldade dos professores e alunos acerca das aplicações biotecnológicas, como transgênicos, pois são temas atuais que, periodicamente são veiculadas pela mídia.

A busca por temas atuais pelos professores PDE, concorda com a necessidade de atualização do professor, destacada por Orlando et al (2009), Conceição e Peron (2012), Carvalho et al (2012), Ribeiro e Santos (2013) e Pinheiro, Pantoja e Vanderley (2017), acerca destes temas, pois o professor é o principal responsável por despertar o interesse do aluno e é necessário que esteja seguro sobre os temas a serem lecionados. O PDE é um programa de formação continuada, em que os professores têm a oportunidade de se atualizar na área de interesse.

Entretanto, a maioria dos trabalhos encontrados na revisão sistemática era sobre jogos e atividades para esclarecer os assuntos mais básicos da biologia molecular, o que auxilia na compreensão dos alunos, mas talvez não reflita a dificuldade do professor, indicando a necessidade de mais estudos nesta área. Contudo, as atividades, jogos e afins também tem despertado o interesse do professor PDE, uma vez que, uma das classes no dendograma era relacionada a este propósito, e, as palavras relacionadas também apareceram nas outras análises,

evidenciando a preocupação destes professores em dar aulas mais dinâmicas que despertem o interesse e a participação dos alunos, favorecendo, também, a aprendizagem significativa e alfabetização científica.

Também foi possível perceber, a partir da análise dos artigos que, o sujeito central é o aluno, ou seja, o PDE cumpre seu papel de atualização científica do professor e retorno à escola, para que o aluno também se beneficie. Com isso, é possível concluir que a análise dos artigos PDE foi interessante para analisar como a biologia molecular tem sido abordada no ensino médio, bem como a dificuldade dos professores e o que eles têm feito para melhorar sua prática pedagógica.

Quanto ao livro didático público do ensino médio, foi possível perceber que é um livro didático interessante, principalmente porque foi feito por professores e possui uma visão que auxilia na formação de opinião e cidadãos críticos, visto pelas sugestões de atividades e debates propostos. Contudo, sua sequência pode parecer confusa, pois alguns assuntos não se encontram no capítulo onde faria mais sentido, como por exemplo, as leis de Mendel estão no capítulo sobre transgênicos, enquanto poderiam estar no capítulo “Que herança é essa?”, que explica os principais conceitos de genética. Alguns temas foram tratados de forma superficial, porém o texto é bem claro e de fácil interpretação. Sendo assim, o livro é um bom aliado para a proposta de atividades complementares e que podem ser realizadas em sala.

REFERÊNCIAS

BEZERRA, Rafael Gonçalves; GOULART, Leandro Santos. Levantamento e análise de conceitos genéticos entre alunos do ensino médio de um colégio público do estado de Goiás. **Revista Eletrônica de Biologia (REB)**. ISSN 1983-7682, [S.l.], v. 6, n. 3, p. 214-233, abr. 2014. ISSN 1983-7682. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/index.php/reb/article/view/13334>>. Acesso em: 14 jun. 2017.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. Investigação qualitativa em educação: uma Introdução à teoria e aos métodos. Porto: **Porto Editora**, 1994.

BRASIL, **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+). Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC, 2006

CARVALHO, Jeane da Silva; et al. Transgênicos: diagnóstico do conhecimento científico discente da última série do ensino médio das escolas públicas do município de picos, estado do Piauí. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 10, n.3, 2012

CARVALHO, Julio Cesar Queiroz , COUTO, Sheila Gonçalves; BOSSOLAN, Nelma Regina Segnini, Algumas concepções de alunos do ensino médio a respeito das proteínas. **Ciência & Educação**, 2012. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=251025250010>> ISSN 1516-7313

CONCEIÇÃO, Francisca Patrícia; PERÓN, Ana Paula. Engenharia genética: um olhar dos professores de biologia de instituições públicas e privadas do ensino médio. **Revista brasileira de Biociências**, v. 10, n.3, 2012.

DA CUNHA, Patrícia MOREIRA, et al. Organismos Geneticamente Modificados (Ogms): Uma Abordagem Educacional E Suas Contribuições Para Uma Cidadania Crítica E Consciente. **Renefara**, [S.l.], p. 100-110, Jun. 2015. ISSN 2236-8779. Disponível em: <<http://www.fara.edu.br/sipe/index.php/renefara/article/view/329>>

DARCIE, Paulo. Projeto Folhas e Livro Didático Público, entrevista concedida a Mary Lane Hutner. In: SANTANA, Bianca; ROSSINI, Carolina; PRETTO, Nelson De Lucca. Recursos Educacionais Abertos: práticas colaborativas políticas públicas. São Paulo: **Casa da Cultura Digital**. 2012. p. 235-238.

FRANZOLIN, Fernanda. **Conhecimentos básicos de genética segundo professores e docentes e sua apresentação em livros didáticos e na academia: aproximações e distanciamentos**. 2012. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. doi:10.11606/T.48.2012.tde-23082012-093226

JANN, Priscila Nowaski; LEITE, Maria de Fátima. JOGO DO DNA: um instrumento pedagógico para o ensino de ciências e biologia. **Ciências & Cognição**, [S.l.], v. 15, n. 1, p. pp. 282-293, abr. 2010. ISSN 1806-5821. Disponível em: <<http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/192>>.

JUSTINA, Lourdes Aparecida Della. **Ensino de genética e história dos conceitos relativos à hereditariedade**. Dissertação (mestrado em educação) f. 145 – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2001

JUSTINA, Lourdes Aparecida Della; RIPPEL, Jorge Luiz. Ensino de Genética: representações da ciência da hereditariedade no nível médio. In: **IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2004, Bauru. Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2003.

KRASILCHIK, Myriam. Prática de ensino de Biologia. 4. ed. **rev. e ampl.** São Paulo: Editora Universidade de São Paulo, 2004.

MARCELINO, Leonardo Victor; MARQUES, Carlos Alberto. Abordagens educacionais das biotecnologias no ensino de ciências através de uma análise em periódicos da área. **Investigações em Ensino de Ciências**; Porto Alegre Vol. 22, Iss. 1, (Apr 2017): 61-77

MELO, José Romário de; CARMO, Edinaldo Medeiros. Investigações sobre o ensino de Genética e Biologia Molecular no Ensino Médio brasileiro: reflexões sobre as publicações científicas. **Ciênc. educ. (Bauru)**, Bauru, v. 15, n. 3, p. 592-611, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132009000300009&lng=en&nrm=iso>

MINAYO, Maria Cecília de Souza. Análise qualitativa: teoria, passos e fidedignidade. **Ciência. saúde coletiva** v.17 n.3 Rio de Janeiro Mar. 2012.

ORLANDO, Tereza Cristina; et al. Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de biologia celular e molecular no ensino médio por graduandos de ciências biológicas. **Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular**, n. 1, 2009

PAIVA, Ana Luiza Bittencourt; MARTINS, Carmen Maria de Caro. Concepções prévias de alunos de terceiro ano do Ensino Médio a respeito de temas na área de Genética. **Rev. Ensaio**. V. 07, n. 03, p. 182-201. Belo Horizonte, 2005.

PARANÁ, Decreto nº 4.482 de 14 de março de 2005. Institui o Programa de Desenvolvimento Educacional – PDE, no âmbito da Secretaria de Estado da Educação. **Publicado no Diário Oficial do Estado do Paraná**. Disponível em: <<http://celepar7cta.pr.gov.br/seap/legrhv1.nsf/5199c876c8f027f603256ac5004b67da/a15d33ad30fc460d83256fcd005e873d?OpenDocument>>

PARANÁ. **Diretrizes Curriculares Orientadoras da Educação Básica para a Rede Estadual de Ensino**. Curitiba: SEED-PR, 2008

PARANÁ. Lei Complementar 103, de 15 de março de 2004. Institui e dispõe sobre o Plano de Carreira do Professor da Rede Estadual de Educação Básica do Paraná e adota outras providências. **Diário Oficial do Estado do Paraná**, Curitiba, PR, n. 6687, 15 mar. 2004.

PARANÁ. Lei Complementar 130, de 14 de julho de 2010. Regulamenta o Programa de Desenvolvimento Educacional – PDE, instituído pela Lei Complementar nº 103/2004, que tem como objetivo oferecer Formação Continuada para o Professor da Rede Pública de Ensino do Paraná, conforme especifica. **Diário Oficial do Estado do Paraná**, Curitiba, PR, n. 8262, 14 jul. 2010.

PARANÁ. Secretaria de Estado da educação – SEED-PR. **Livro Didático Público de Biologia – Ensino Médio**. Curitiba: SEED-PR, 2006.

PEDRANCINI, Vanessa Daiana; et al. Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. **REEC. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, p. 299-309, 2007.

PINHEIRO, João Paulo Silva; PANTOJA, Lydia Daiane Maia; VANDERLEY, Carminda Sandra Brito Salmito. Ensino de biotecnologia: o conhecimento docente e abordagem na perspectiva do exame nacional do ensino médio. **Revista Ibero Americana de Estudos em Educação**, v.12, n. 2, 2017

RIBEIRO, Renato Antônio; SANTOS, Rodrigo da Silva. O processo de formação de professores de biologia e a interferência das tecnologias e mídias no ensino de genética e biologia molecular. **Scire Salutis**, v. 3, n. 1, 2013. DOI: <https://doi.org/10.6008/ESS2236-9600.2013.001.0005>

ROSSASI, Lucilei Bodaneze. **Abordagem da genética molecular nos livros didáticos para o ensino médio**. Monografia (Especialização em Genética para Professores do Ensino Médio) f. 39 – Universidade Federal do Paraná. Curitiba 2014

SANTOS, Vanessa Carvalho. **Genes, informação e semiose: do conhecimento de referência ao ensino de Biologia**. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) f. 198. Salvador, Universidade Federal da Bahia, 2008

SILVA, Aline Alves; VIANA, Aline; JUSTINA, Lourdes Aparecida Della. Um estudo sobre o DNA no ensino médio: história da ciência e CTS. **Experiências em Ensino de Ciências (UFRGS)**, v. 11, p. 136-163, n. 2016.

SIQUEIRA, Ana Paula de Moraes. **Formação continuada e desenvolvimento profissional docente: representações de professores PDE**. Dissertação (Mestrado em Educação) f.193 – Pontifícia Universidade Católica. Curitiba, 2017

SOUSA, G. P. **Educação CTS e Genética. Elementos para a sala de aula: potencialidades e desafios**. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia- Dissertação de Mestrado. Jequié, 2013.

TABERY, James, PIOTROWSKA, Monika; DARDEN, Lindley, "Molecular Biology", **The Stanford Encyclopedia of Philosophy (*Spring 2017 Edition*)**, Edward N. Zalta (ed.), URL = <<https://plato.stanford.edu/archives/spr2017/entries/molecular-biology/>>.

TEMP, Daiana Sonego; BARTHOLOMEI-SANTOS, Marlise Ladvocat. Genética E Suas Aplicações: Identificando O Conhecimento Presente Entre Concluintes Do Ensino Médio. **Ciência e Natura**, [S.l.], v. 36, n. 3, p. 358-372, sep. 2014. ISSN 2179-460X. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/13619>>